

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3525755 C1

⑤ Int. Cl. 4:
G01 N 21/59

⑳ Aktenzeichen: P 35 25 755.5-52
㉑ Anmeldetag: 19. 7. 85
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 14. 8. 86

DE 3525755 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 8000 München, DE

⑦④ Vertreter:

Rackette, K., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7800
Freiburg

⑦② Erfinder:

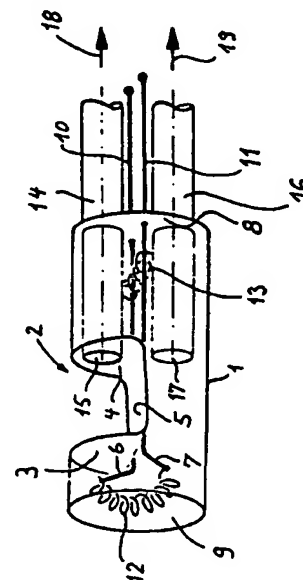
Drope, Stefan, Dipl.-Ing. (FH), 7800 Freiburg, DE;
Kist, Rainer, Dipl.-Phys. Dr., 7815 Kirchzarten, DE

⑤⑥ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

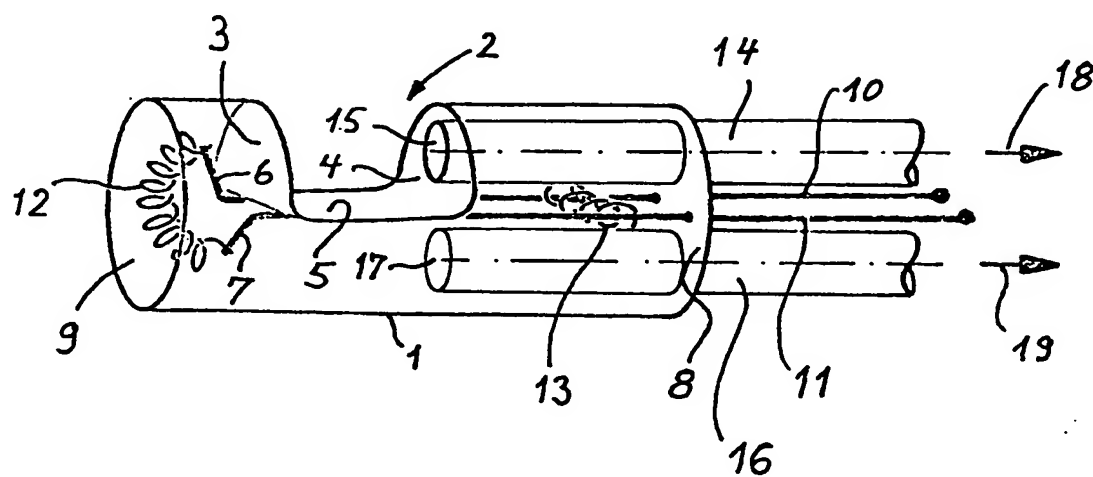
NICHTS-ERMITTELT

⑤④ Sensor zum Erfassen der Trübung in einem Gasvolumen, insbesondere der Trübung durch Ruß im Abgassystem
eines Dieselmotors

Ein Sensor zum Erfassen der in einem Gasvolumen enthaltenen Rußmenge, insbesondere im Abgasstrom eines Dieselmotors, verfügt über ein Glühlampengehäuse (1) mit einem Glühfaden (12), der gleichzeitig als Lichtquelle und Heizung zum Aufheizen des Gehäuses (1) dient, so daß Rußablagerungen verbrannt werden. Das Licht des Glühfadens (12) gelangt einerseits über eine in einer Einbuchtung (2) vorgesehene Meßstrecke zu einem Meßlichtwellenleiter (14) und andererseits über das Innere des Gehäuses (1) zu einem Referenzlichtwellenleiter (16). Die Rußkonzentration innerhalb der Einbuchtung (2) bestimmt das Verhältnis und/oder die Differenz der vom Meßlichtwellenleiter (14) und Referenzlichtwellenleiter (16) ausgekoppelten Lichtintensitäten.



DE 3525755 C1



Patentansprüche:

1. Sensor zum Erfassen der Trübung in einem Gasvolumen, insbesondere der Trübung durch Ruß im Abgassystem eines Dieselmotors, mit einer Lichtquelle und einem Lichtdetektor, durch den das von der Lichtquelle ausgesandte und durch die Trübungspartikel infolge von Lichtabsorption geschwächte Licht erfaßbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (12) aufweisenden Kolben (1) ist, in den ein Meßlichtwellenleiter (14) und ein Referenzlichtwellenleiter (16) hineinragen, und daß der Lichtweg vom Glühfaden (12) zur Stirnfläche (15) des Meßlichtwellenleiters (14) durch eine Einbuchtung (2) des Kolbens (1) verläuft, die eine der Umgebungsatmosphäre ausgesetzte Meßstrecke definiert, während der Referenzlichtweg innerhalb des Kolbens verläuft.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (1) kreiszylinderförmig mit einer Einbuchtung (2) ausgebildet ist, die sich radial bis in die Nähe der Mittellängsebene (5) des Kolbens (1) erstreckt.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßlichtwellenleiter (14) und der Referenzlichtwellenleiter (16) jeweils seitlich versetzt zur Mittellängsebene des Kolbens (1) in das Kolbeninnere hineinragen.
4. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnflächen (15, 17) des Meßlichtwellenleiters (14) und des Referenzlichtwellenleiters (16) in einer in der Nähe der Einbuchtung (2) liegenden Ebene angeordnet sind.
5. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbuchtung (2) die Gestalt eines halbkreisförmigen Zylinders mit einem halbkreisförmigen Lichteintrittsfenster (3) und einem halbkreisförmigen Lichtaustrittsfenster (4) hat.
6. Sensor nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßlichtwellenleiter (14) bis zum Lichtaustrittsfenster (4) in den Kolben (1) hineinragt.
7. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Glühfaden (12) sich quer zur Mittellängsebene (5) erstreckt.
8. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der zu dem Meßlichtwellenleiter (14) und dem Referenzlichtwellenleiter (16) weisenden Seite der Einbuchtung (2) ein weiterer Glühfaden (13) angeordnet ist.
9. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (1) ein Glaskolben ist.
10. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (1) ein Metallkolben ist und in der Einbuchtung ein gläsernes Lichteintrittsfenster (3) und ein gläsernes Lichtaustrittsfenster (4) vorgesehen sind.
11. Sensor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Glühfaden (12) ein Spiegel zugeordnet ist, durch den die Strahlung in Richtung auf die Einbuchtung (2) reflektiert wird.
12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Spiegel ein Planarspiegel ist.
13. Sensor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß der Spiegel so gekrümmt ist, daß die reflektierte Strahlung zur Aufheizung auf das vom Glühfaden (12) entfernt liegende Lichtaustrittsfenster (4) der Einbuchtung (2) konzentriert wird.

Die Erfindung betrifft einen Sensor zum Erfassen der Trübung in einem Gasvolumen, insbesondere der Trübung durch Ruß im Abgassystem eines Dieselmotors, mit einer Lichtquelle und einem Lichtdetektor, durch den das von der Lichtquelle ausgesandte und durch die Trübungspartikel infolge von Lichtabsorption geschwächte Licht erfaßbar ist.

Zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs von Dieselmotoren sowie der Umwelthelastung durch Dieselmotoren ist eine optimale Regelung der zugeordneten Einspritzpumpe wünschenswert. Als Istwertgeber für den dafür notwendigen Regelkreis ist ein Sensor erforderlich, der eine quantitative Erfassung der vom Dieselmotor ausgestoßenen Rußmenge gestattet. Bei Dieselmotoren steigt die die Rußmenge charakterisierende Rußzahl oberhalb einer kritischen Leistung des Motors besonders stark an.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Trübungssensor und insbesondere einen Rußsensor als Istwertgeber für die Leistungsregelung eines Dieselmotors zu schaffen, der es gestattet, diesen dicht unterhalb der kritischen Leistung zu betreiben und der gegenüber Rußablagerungen unempfindlich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Sensor der eingangs genannten Art als Lichtquelle eine Glühlampe mit einem einen Glühfaden aufweisenden Kolben verwendet wird, in den ein Meßlichtwellenleiter und ein Referenzlichtwellenleiter hineinragen, und daß der Lichtweg vom Glühfaden zur Stirnfläche des Meßlichtwellenleiters durch eine Einbuchtung des Kolbens verläuft, die eine der Umgebungsatmosphäre ausgesetzte Meßstrecke definiert, während der Referenzlichtweg innerhalb des Kolbens verläuft.

Durch diese Integration eines faseroptischen Opacimeters in eine Glühbirne wird erreicht, daß der Glühfaden der Glühbirne zugleich als Licht- und als Wärmequelle dient. Die im Kolben der Glühbirne vorgesehene Einbuchtung bildet eine Absorptionszelle mit einer Meßstrecke, die außerhalb des Kolbens liegt. Im Kolben selbst ist eine zweite Lichtstrecke zwischen dem Glühfaden und einem Referenzlichtwellenleiter vorgesehen, um von Intensitätsänderungen durch Alterung der Lichtquelle sowie Störungen auf den Zu- und Ableitfasern (Faserkrümmung, Streckendämpfung) unabhängig zu sein und außerdem eine Quotientenbildung der Intensitäten der Meßstrecke und der Referenzstrecke zu ermöglichen.

Der Sensor wird vorzugsweise motornah, d. h. am Krümmer vor dem Partikelfilter angeordnet. Seine sensorischen Elemente sind dem heißen Abgasstrom mit Temperaturen bis zu etwa 700°C ausgesetzt. Um auch bei noch kaltem Motor messen zu können, sind die Lichtwellenleiterenden des Sensors durch einen oder zwei Glühfäden auf etwa 650°C aufheizbar, so daß vorhandene Rußablagerungen abgebrannt werden können.

Das Gehäuse des Sensors ist wie der Kolben einer Halogen-Glühlampe ausgebildet und besteht vorzugsweise aus Quarzglas mit einer zusätzlichen Einbuchtung. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel besteht

das Gehäuse aus einem Wärme gut leitenden Metall mit geschwärzter Innenseite, um hohe Gehäusetemperaturen schnell erreichen zu können. Bei einem solchen Sensor sind an der Einbuchtung Quarzglasfenster vorgesehen, um eine Meßstrecke zwischen dem Glühfaden und dem Meßlichtwellenleiter herzustellen.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt einen Sensor gemäß der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht.

Der in der Zeichnung als Ausführungsbeispiel dargestellte Trübungssensor oder Rußsensor verfügt über ein Gehäuse 1 in Gestalt eines kreiszylinderförmigen Kolbens aus Glas oder aus Metall. Wie man in der Zeichnung erkennen kann, ist im Gehäuse 1 eine Einbuchtung 2 vorgesehen, deren Gestalt in etwa halbkreiszylinderförmig ist. Durch die Einbuchtung 2, die bis in die Nähe der Mittellängsebene des zylinderförmigen Gehäuses 1 reicht, wird ein Meßraum oder eine Absorptionszelle gebildet, wie sich aus der nachfolgenden Beschreibung ergibt.

Die Einbuchtung 2 an ihren Stirnseiten über ein Lichteintrittsfenster 3 und ein Lichtaustrittsfenster 4. Bei einem Gehäuse 1 aus Quarzglas bestehen diese aus dem Gehäusematerial. Bei einem Gehäuse 1 aus Metall bestehen das Lichteintrittsfenster 3 und das Lichtaustrittsfenster 4 aus eingesetzten Quarzglasscheiben. Der Boden 5 der Einbuchtung 2 verläuft etwa entlang der Mittellängsebene des Gehäuses 1 und dient zur Befestigung des Endbereiches zweier Drähte 6, 7, die sich ausgehend vom Boden 8 des Gehäuses 1 bis in die Nähe der Stirnfläche 9 des Gehäuses 1 erstrecken. Die aus dem Boden 8 des Gehäuses 1 herausragenden Enden 10, 11 der Drähte 6, 7 sind mit einer Spannungsquelle, beispielsweise dem Bordnetz eines Dieselmotors, verbunden und dienen zur Speisung eines Glühfadens 12, der in der Nähe der Stirnfläche 9 quer zur Mittellängsachse zwischen den abgewinkelten vorderen Enden der Drähte 6, 7 vorzugsweise wendelförmig angeordnet ist. Die elektrische Leistung des Glühfadens 12 beträgt beispielsweise 50 W, wobei der Glühfaden 12 einerseits als Lichtquelle und andererseits als elektrische Heizung, insbesondere für den Bereich des Lichteintrittsfensters 3 und des Lichtaustrittsfensters 4 des Gehäuses 1, dient.

Der Innenraum des Gehäuses 1, das Gehäuse 1 und der Glühfaden 12 sind in der bei Glühbirnen, insbesondere bei Halogen-Glühbirnen, üblichen Weise ausgebildet.

Auf der Innenseite der Stirnfläche 9 kann ein Planspiegel angeordnet sein, so daß die auf die Stirnfläche 9 fallenden Licht- und Wärmestrahlen zurück in den Bereich der Einbuchtung 2 reflektiert werden und die dort eintreffende Lichtstrahlung und Wärmestrahlung vergrößern.

Statt eines Planspiegels kann an der Stirnfläche 9 auch ein sphärischer Spiegel oder Parabolspiegel vorgesehen sein, dessen Brennebene in der Ebene des Lichtaustrittsfensters 4 liegt und der so orientiert ist, daß die reflektierte Licht- und Wärmestrahlung das Lichtaustrittsfenster 4 beaufschlagt.

Zusätzlich zu dem an den abgewinkelten Enden der Drähte 6, 7 angeschlossenen Glühfaden 12 kann ein weiterer Glühfaden 13 auf der gegenüberliegenden Seite der Einbuchtung 2 vorgesehen sein, um dort zusätzli-

che Wärme zu erzeugen, so daß innerhalb der Einbuchtung 2 überall ausreichend hohe Temperaturen vorhanden sind, um Niederschläge zu verdampfen und Rußablagerungen zu verbrennen.

Wie man in der Zeichnung weiter erkennt, erstreckt sich ausgehend vom Boden 8 ein Meßlichtwellenleiter 14 ist gegenüber der Mittellängsebene seitlich etwas versetzt und mit seiner Stirnfläche 15 in etwa auf den mittleren Bereich des Lichtaustrittsfensters 4 justiert. Um Lichtverluste klein zu halten, kann die Stirnfläche 15 mit dem Lichtaustrittsfenster 4 verschmolzen sein.

Auf der gegenüberliegenden Seite der Mittellängsebene des Gehäuses 1 ist ein Referenzlichtwellenleiter 16 angeordnet, dessen Stirnfläche 17 von dem Glühfaden 12 etwa die gleiche Entfernung hat wie die Stirnfläche 15 des Meßlichtwellenleiters 14. Ebenso wie der Meßlichtwellenleiter 14 ist der Referenzlichtwellenleiter 16 abgedichtet durch den Boden 8 nach außen geführt und mit seinem in der Zeichnung nicht dargestellten Ende mit einem Lichtdetektor verbunden. Das durch den Meßlichtwellenleiter ausgekoppelte Licht mit einer Intensität I_M ist in der Zeichnung durch den Pfeil 18 und das durch den Referenzlichtwellenleiter 16 mit den Intensität I_R ausgekoppelte Licht ist durch den Pfeil 19 symbolisch dargestellt.

Die Intensitäten I_M und I_R ergeben sich einerseits aus der geometrischen Anordnung der Stirnflächen 15 und 17 sowie der Anordnung des Glühfadens 12. Das vom Glühfaden 12 erzeugte Licht gelangt zum Teil durch den Innenraum des Gehäuses 1 zur Stirnfläche 17 des Referenzlichtwellenleiters 16 und zu einem anderen Teil zur Stirnfläche 15 des Meßlichtwellenleiters 14. Bevor das Licht des Glühfadens 14 zur Stirnfläche 15 gelangt, durchquert es das Lichteintrittsfenster 3, den von der Einbuchtung 2 gebildeten Meßraum und schließlich das Lichtaustrittsfenster 4. Wenn Rußablagerungen auf dem Lichteintrittsfenster 3 und/oder Lichtaustrittsfenster 4 ein Eindringen von Licht in den Meßlichtwellenleiter 14 verhindern, führt die vom Glühfaden 12 bzw. die von den Glühfaden 12 und 13 erzeugte Wärme dazu, daß der abgelagerte Ruß verbrannt wird. Wenn der Lichtweg zwischen dem Glühfaden 12 und der Stirnfläche 15 des Meßlichtwellenleiters 14 frei von Rußablagerungen ist, wird die Intensität I_M des vom Meßlichtwellenleiter 14 ausgekoppelten Lichtes von den Absorptionsbedingungen innerhalb der Einbuchtung 2 beeinflusst. Die Einbuchtung 2 bildet eine etwa 3 cm lange Meßstrecke, innerhalb der in Abhängigkeit von der Konzentration von Rußpartikeln eine Lichtabsorption erfolgt. Die Differenz bzw. das Verhältnis der Lichtintensitäten I_M und I_R ist somit ein Maß für die Absorption in der sich durch die Einbuchtung 2 erstreckenden Meßstrecke. Wenn das Gehäuse 1 in die Abgasleitung eines Dieselmotors eingebracht wird, ist es daher möglich, die Konzentration von Rußpartikeln im Auspuffgas zu messen oder zu überwachen und in Abhängigkeit vom Rußausstoß eine Motorregelung so durchzuführen, daß der Arbeitspunkt des Dieselmotors möglichst nahe an einen kritischen Wert herangeführt wird, ohne daß die Gefahr besteht, daß der Rauchausstoß die Rauchgrenze überschreitet.

Beim Einsatz des in der Zeichnung dargestellten Rußsensors als Istwertgeber für eine Leistungsregelung, bei der der Dieselmotor dicht unterhalb der kritischen Leistung betrieben werden soll, besteht keine Gefahr einer Verruption der optischen Komponenten, da diese einerseits geschützt im Innern des Gehäuses 1 und andererseits an aufgeheizten Stellen der Einbuchtung 2 liegen. Das Lichteintrittsfenster 3 und das Lichtaustrittsfenster

4 sind bis etwa 650°C aufheizbar, wodurch Rußablagerungen wirkungsvoll abgebrannt werden. Der Glühfaden 12 dient aus diesem Grunde nicht nur als Lichtquelle, sondern gleichzeitig auch als Wärmequelle. Das Gehäuse 1 hat die Funktion eines Glühbirnenkolbens neben seiner Funktion als tragende Struktur für die Sensoroptik.

Das durch die Pfeile 18, 19 in der Zeichnung veranschaulichte Licht gelangt zu Lichtdetektoren, deren Ausgangssignale beispielsweise einen Differenzverstärker speisen, dessen Ausgang mit einem logarithmischen Verstärker verbunden ist. Statt einer solchen Auswertung ist aber auch eine ratiometrische Auswertung der Lichtsignale möglich, bei der das Verhältnis der Lichtintensitäten am Ausgang des Meßlichtwellenleiters 14 und Referenzlichtwellenleiters 16 ausgewertet wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65